E. Feruglio

EGIDIO FERUGLIO

La glaciazione attuale, le fasi glaciali quaternarie e i loro rapporti coi terrazzi marini nella Patagonia

Estratto dal *Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano*, n. 13, anno 1933-XI

sono, ad es., quelle riguardanti i caratteri della glaciazione odierna delle Ande australi; il numero delle espansioni ed oscillazioni glaciali quaternarie e, da ultimo, la successione delle faune marine dei terrazzi costieri, nei quali ho potuto riconoscere l'esistenza di faune di clima relativamente caldo e di fase interglaciale, e di clima freddo e di fase glaciale.

2. Caratteri della glaciazione attuale della Cordigliera patagonica.

Le Ande della Patagonia si stendono con direzione meridiana dal parallelo 41° fino allo Stretto di Magellano (53° lat. S), dove piegano verso E, continuando nella Terra del Fuoco sino al 55° parallelo. Il loro grande sviluppo meridiano trae come conseguenza notevoli differenze termiche fra il N e il S. Nondimeno, su tali differenze domina una relativa uniformità dovuta ai venti oceanici, prevalentemente occidentali, che dànno origine a piogge e nevi eccezionalmente copiose su tutto il versante rivolto al Pacifico, e le quali diminuiscono rapidamente sul versante orientale, posto a sottovento, per ridursi a 200-400 mm. lungo il margine occidentale dell'altipiano patagonico, che ha clima arido e ventoso.

La catena principale mantiene la sua linea di fastigio generalmente sopra i 2000 m., elevandosi a maggiore altitudine fra i paralleli 46° e 47° 40' (Monte San Valentin, m. 4058), e fra 48° 20' e 51° 30' (Monte Fitz Roy, m. 3375), nelle quali sezioni la Cordigliera raggiunge la massima ampiezza; e poi di nuovo, in più ristretta catena, nella Terra del Fuoco (Cordigliera del Darwin, m. 2330). A queste tre sezioni corrisponde anche il massimo sviluppo dei ghiacciai, i quali a N del parallelo 46° si presentano isolatamente e con limitata estensione, intorno ai massicci più elevati, sotto forma di ghiacciai semplici, vallivi e di circo. Invece nelle tre sezioni sopra indicate, le nevi e i ghiacci rivestono la zona più elevata della Cordigliera di un mantello continuo, che lascia emergere solo qualche cresta o punta rocciosa e che alla periferia si fraziona in numerose lingue che scendono lungo i fianchi montuosi. Le colate principali, a cominciare dal 46° 40' parallelo (Ghiacciaio di San Rafael, di fronte alla penisola Taytao), si protendono sul versante occidentale sino al mare (1). Sul versante opposto, dove la glaciazione è un po' meno sviluppata, le fronti glaciali si arrestano a più alto livello, ma già a cominciare dal Lago San Martin (48° 20' lat. S), le colate maggiori riescono a metter capo nei laghi andini, il cui specchio giace a 200-250 m. sul mare.

(1) L'unico ghiacciaio della Scandinavia che raggiunge il mare è quello del Jökelfjord, situato a 68° di latitudine.

Le due aree ghiacciate, molto più estese di quella della Terra del Fuoco, che occupano la zona australe della Cordigliera fra i paralleli 46° e 47° 40', e 48° 20' e 51° 30', superano di gran lunga per estensione le maggiori calotte di ghiaccio della Scandinavia, dalle quali differiscono notevolmente anche per la forma del rilievo andino, più mosso e frastagliato. Da ciò anche una più netta separazione fra i bacini di raccoglimento delle singole colate, quantunque queste si riuniscano superiormente in un unico e immenso
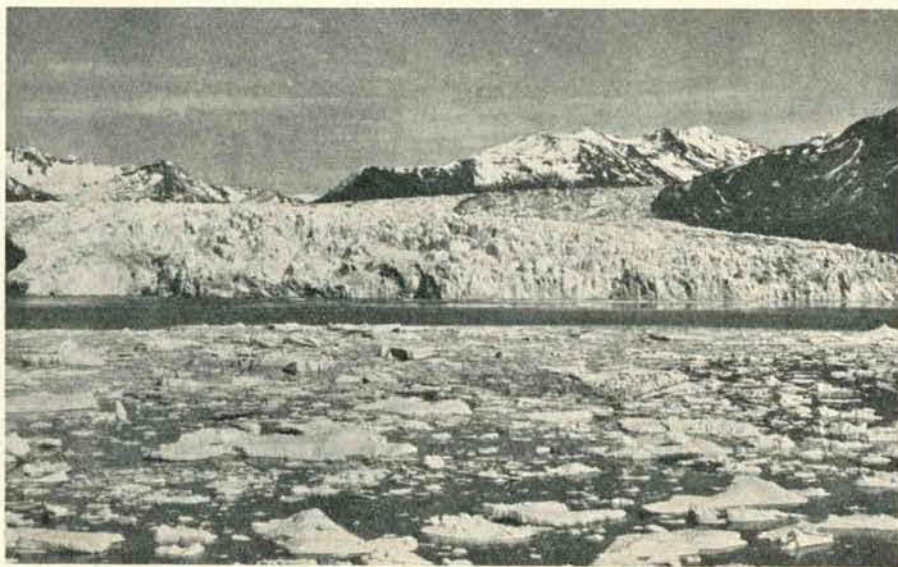
Fig. 1. — Fronte del Ghiacciaio Viedma, all'estremità occidentale del lago omonimo (estate australe 1930-1931).

campo di ghiaccio e neve che passa da un versante all'altro e trabocca per le selle. Il rilievo dev'essere poi assai più frastagliato di quanto non appaia a causa del notevole spessore della coltre di neve e ghiaccio che colma le depressioni e pareggia le minori ineguaglianze. Tale condizione almeno mi è apparsa assai chiara durante le ricognizioni e le traversate che ho compiute, col De Agostini, nella Cordigliera fra i Laghi Argentino e Viedma, dove la copertura di ghiaccio ha forse il suo massimo sviluppo. La zona interna della Cordigliera è quivi formata da un blocco orografico relativamente massiccio, con ampie conche ed estesi pianori interamente sepolti sotto una coltre di neve e ghiaccio. Da quest'ultima sporgono varî rilievi isolati, o coordinati in catene, ma pur essi in gran parte incappucciati di neve e ghiaccio, salvo nei tratti più ripidi. Alla periferia di questo mantello di ghiaccio si vanno individuando varie lingue, incanalate nelle valli che incidono i fianchi montuosi e che smembrano esternamente il blocco principale della Cordigliera. Ciascuna di queste colate forma di per

sè un grande ghiacciaio vallivo di tipo alpino, che spinge la sua fronte sino al mare, o sino ai laghi del versante orientale. Dalle fronti troncate di questi ghiacciai si staccano grandi e piccoli frammenti di ghiaccio, di forma assai svariata e i maggiori dei quali, sospinti dal vento, riescono a compiere l'intera traversata del Lago Argentino (circa 100 km.), fino alla estremità orientale. Questi ghiacci galleggianti, secondo le mie osservazioni, possono emergere per un'altezza massima di 10-12 metri.

Fig. 2. — Ghiacciaio Upsala (Lago Argentino) visto dalla sponda sinistra.
Nello sfondo il Cerro Murallòn, situato circa a 20 km. dal punto di osservazione (gennaio 1931).

Queste due aree ghiacciate della Patagonia, se escono propriamente dal tipo *scandinavo* o di altipiano, e da quello dei ghiacciai, poco diversi, ma molto più estesi, dell'Islanda, non possono d'altronde paragonarsi neppure lontanamente ai ghiacciai continentali (*inlandices*), come quello della Groenlandia. Esse rappresentano un tipo di glaciazione complessa che trova riscontro, meglio che in altre, in quella dello Spitzberg, o della parte interna delle montagne costiere dell'Alaska, senza però le caratteristiche ed estese colate in cui si espandono in pianura i ghiacciai alaskiani.

La glaciazione attuale della Patagonia, salvo il minore sviluppo, può anche paragonarsi a quella che presentavano le Alpi durante le fasi glaciali.

Le morene superficiali mancano nell'area interna del campo di ghiaccio. Esse compaiono dove la massa glaciale si sfrangia in colate più o meno indipendenti e fiancheggiate da rilievi nudi; ma anche qui i detriti superficiali sono poco abbondanti.

I ghiacciai del Lago Argentino, in generale dimostrano di avere subìto, negli ultimi tempi, una sensibile depressione e ritirata, come facilmente

si rileva pel maggiore di essi (Ghiacciaio Upsala) dalla frangia rimasta scoperta sui fianchi e davanti alla fronte. Tale regresso probabilmente risale a non molti decenni, come si deduce dallo sviluppo del bosco appena sopra la fascia scoperta ai due lati della corrente, mentre la zona scoperta è interamente nuda, e solo a una certa altezza con scarsa vegetazione fanerogamica.

Ma in alcuni altri ghiacciai della stessa regione il ritiro sembra essere stato molto meno accentuato, poichè il bosco scende rigoglioso fin presso l'unghia del ghiacciaio.

Assai difficile, se non impossibile, riesce allo stato attuale la determinazione del limite climatico delle nevi (che certamente è diverso nelle varie sezioni della Cordigliera), a causa della mancanza di carte topografiche, sia pure soltanto approssimate, dell'area interna e ghiacciata, che tuttora giace in buona parte inesplorata. D'altra parte, io non ho ancora interamente coordinati i dati ed i rilievi eseguiti, ciò che non mi permette di anticipare conclusioni al riguardo.

3. Caratteri della glaciazione quaternaria nella Patagonia.

Durante le fasi glaciali, la Cordigliera patagonica era quasi tutta ammantata di una coltre di neve e ghiaccio. Questo immenso ghiacciaio, sul versante occidentale, scendeva sino al Pacifico attraverso l'attuale arcipelago patagonico e fuegino, ora tutto inciso da fiordi e canali. A N del Golfo di Reloncavì (41° 30' lat. S), l'area ghiacciata si restringeva gradualmente, estendendosi con la sua fronte sinuosa fino al limite segnato dalla serie di laghi che si allineano, alle falde della Cordigliera principale, nella continuazione verso S della Valle longitudinale del Cile.

Sul versante orientale, il ghiacciaio s'incanalava nelle valli trasversali della Cordigliera, ora in gran parte trasformate in laghi più o meno estesi ed articolati, fino a sboccare sull'altipiano. Quivi, anche all'epoca di massima espansione, esso era diviso in numerosi lobi, o lingue, più o meno bene individuate e in genere d'estensione crescente da N a S. Questi ghiacciai, pur riunendosi alle loro origini, avevano in parte il loro bacino di raccoglimento indipendente o quasi gli uni dagli altri.

Salvo le dimensioni generalmente maggiori dei lobi terminali, il tipo della glaciazione quaternaria nelle Ande della Patagonia, aveva analogia con quello che presentavano le Alpi durante le fasi glaciali. Il ghiacciaio patagonico non avanzava cioè attraverso l'altipiano, a formare un mantello continuo del tipo *inlandeis*, come quello, ad es., che dal massiccio finno-scandinavo si estese, attraverso il Baltico, a coprire la Germania settentrionale e parte della Russia. A quest'ultimo tipo, peraltro, si appros-
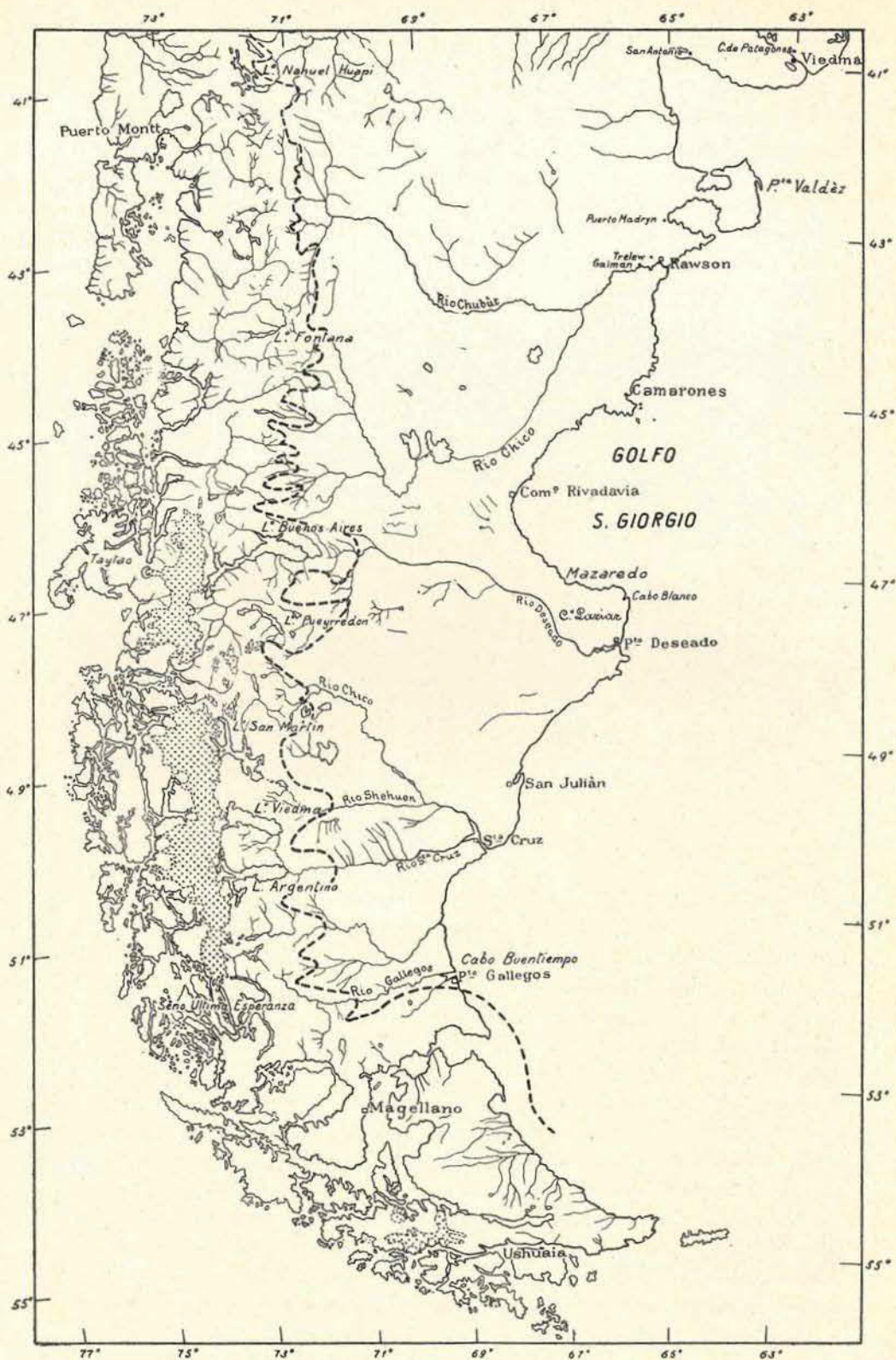
Fig. 3. — Cartina della Patagonia, con l'indicazione delle principali aree ghiacciate attuali (punteggiate) e del limite orientale delle espansioni glaciali quaternarie (linea a tratti).

simava la calotta glaciale che, nell'epoca di massima estensione, scendeva dalle Ande ai due lati dello Stretto attuale di Magellano, sino all'Atlantico e continuava a S, rivestendo probabilmente di una cappa continua la Terra del Fuoco e inoltrandosi ai due lati nell'oceano.

L'estensione di questi lobi terminali variava, naturalmente, in dipendenza dall'estensione ed elevazione dell'area a cui si alimentavano, oltre che dalla posizione geografica, ma era proporzionale allo sviluppo odierno dei ghiacciai nella stessa zona montuosa. Così alle due principali aree ghiacciate che occupano attualmente la zona interna e più elevata della Cordigliera fra i paralleli 46° e 47° 40', e 48° 10' e 51° 30', corrispondevano, sul versante orientale, rispettivamente i due ghiacciai dei Laghi Buenos Aires e Pueyrredòn e quelli dei Laghi San Martin, Viedma, Argentino e Sarmiento, che erano i maggiori fra quelli situati a N dello Stretto di Magellano.

Tale relazione sta a provare come le glaciazioni risalgano a un'età assai recente rispetto a quelle in cui si è svolto il piegamento e massimo sollevamento della Cordigliera, che pure sono di data geologicamente poco antica (Miocene-Pliocene).

L'età relativamente moderna del fenomeno glaciale è poi comprovata dalla freschezza di conservazione degli anfiteatri morenici accumulati in margine all'altipiano, e che appaiono più intatti di quelli alpini. A ciò contribuiscono, peraltro, le condizioni di clima arido e ventoso dell'altipiano e della zona esterna della Cordigliera, dove prevale l'azione eolica, che ha poca presa sui depositi glaciali. I processi di distruzione sono perciò assai lenti. Questa freschezza nelle forme riesce ancora più espressiva a causa della povertà del rivestimento vegetale, che è costituito da zolle erbose discontinue, con caratteri di steppa arida e a cui s'intercalano piccoli arbusti spinosi.

Egualmente bene conservati sono i laghi andini, grazie sia alle loro notevoli dimensioni, in genere assai maggiori di quelli prealpini, sia alla scarsa quantità dei materiali solidi trascinati dai corsi d'acqua che vi sboccano. Si badi poi che alcuni di questi laghi (Buenos Aires, Pueyrredòn e San Martin), si addentrano nella massa andina fino a congiungersi con le valli che incidono il versante occidentale, nel quale l'erosione normale fu ed è in genere più attiva per la maggiore vicinanza del livello di base e la maggiore copia di precipitazioni rispetto al versante opposto. In tal modo, alcuni laghi andini, dopo il completo ritiro dei ghiacciai, divennero tributarî del Pacifico. La linea di spartiacque, per abbracciarli interamente, abbandona la cresta principale della Cordigliera, e piega verso oriente, dove corre più o meno incerta lungo le cerchie degli anfiteatri morenici. I depositi glaciali recenti sono privi di uno strato di alterazione superficiale, che manca, o è pochissimo sviluppato anche sulle morene antiche. Ne deriva che il criterio fondato sul diverso grado di alterazione dei mate-

riali morenici per stabilirne la diversa antichità, ha qui scarso valore se scompagnato ad altri caratteri.

Gli anfiteatri morenici, costruiti allo sbocco delle valli andine, sono in genere profondamente incassati nell'altipiano, che li recinge spesso con ripida scarpata da un'altezza di alcune centinaia di metri. Internamente poi agli stessi anfiteatri e a più basso livello, dove l'azione dei ghiacciai è stata specialmente di escavazione, si trova spesso un lago più o meno allungato, semplice o ramificato. In questi laghi, che formano un tratto caratteristico del paesaggio andino patagonico, è in genere abbastanza netta la distinzione (già rilevata dal ROVERETO) fra la parte esterna, allargata a bacino e a contorno più o meno regolare, limitata da sponde piatte o da terrazzi lacustro-glaciali in più serie, e la parte interna che si addentra nella Cordigliera con uno o più rami, talora profondamente incassati a guisa di fiordi.

Lo specchio di questi laghi può scendere a quota assai bassa. Così il livello della maggior parte di quelli situati fra il parallelo 46° e lo Stretto di Magellano si deprime sotto i 250 m., mentre l'altipiano che li circonda a oriente s'innalza ad altitudini di 600 fino a 800 m. sul mare. In questo modo, venendo dalla costa, e dopo avere traversato i successivi scaglioni che formano l'altipiano, non si può a meno di restare colpiti dalla vista di queste profonde cavità, che forniscono una prova convincente della straordinaria potenza dell'escavazione glaciale. Questi bacini glaciali corrispondono infatti ad antiche valli di erosione che incidevano trasversalmente la catena andina e che furono ampliate e notevolmente approfondite dalla azione dei ghiacciai che vi si trovavano incanalati. Per meglio valutare l'intensità dell'erosione glaciale, occorrerebbe poi conoscere la profondità dei laghi, i quali, per la ripidezza delle rive, sembrano deprimersi notevolmente sotto la superficie, almeno nelle loro parti interne; ma su di essa finora non si possiedono dati. Comunque, prescindendo dalla profondità della cavità lacustre, l'affondamento glaciale appare notevolissimo pel dislivello esistente fra la superficie dei laghi e l'orlo dell'altipiano, col quale il fondo delle valli andine doveva coordinarsi prima delle invasioni glaciali.

4. Pluralità delle fasi glaciali.

Gli anfiteatri morenici che circondano a oriente i laghi andini, constano di più cerchie irregolarmente concentriche, situate a varia distanza una dall'altra e separate da tratti più o meno pianeggianti, costituiti dai materiali dispersi dalle acque di fusione, o da depositi lacustro-glaciali. Queste cerchie, peraltro, non si possono riguardare come il prodotto di successive e distinte invasioni glaciali, ma spettano in buona parte ad una stessa

glaciazione (l'ultima), di cui segnano le successive fasi di regresso, separate da fasi di stazionarietà delle fronti glaciali. Ciò risulta manifesto dalla posizione degli archi morenici, che decorrono più o meno contigui fra loro e tendono ad unirsi lateralmente, e dalla loro freschezza di conservazione.

Esternamente a queste cerchie più recenti e a una distanza variabile da luogo a luogo, ma talora anche di parecchi chilometri, è dato osservare altri depositi glaciali più dolcemente ondulati e meno distintamente

Fig. 4. — Cartina della regione del Nahuel-Huapi. La cerchia morenica, segnata con punti grossi, che cinge l'estremità orientale del lago, spetta all'ultima glaciazione. La linea a tratti segna il limite orientale della glaciazione, o delle glaciazioni più antiche, ed il punteggiato fino i depositi fluvioglaciali corrispondenti.

coordinati in archi un po' estesi, e cioè con l'originaria topografia più o meno cancellata dalla denudazione e spesso smembrata da profonde incisioni. La separazione di queste morene esterne riesce più evidente quando esse salgono e si stendono sul prossimo altipiano per parecchi chilometri. Le cerchie interne, in tal modo, appaiono separate da un netto gradino topografico e come incastrate rispetto alle morene esterne. Tale condizione si nota specialmente nella zona esterna ai laghi situati a S del parallelo 46°, i quali, per la maggiore potenza ed estensione dei ghiacciai che li occupavano, furono più intensamente affondati rispetto al prossimo altipiano.

Lago Nahuel-Huapi. — Il Lago Nahuel-Huapi (m. 767) si addentra nella Cordigliera con tre rami principali incassati fra alte montagne a guisa di fiordi. La parte orientale del lago si stende invece all'esterno delle Ande, fra i primi rilievi subandini. Essa ha la forma di un bacino a contorno

abbastanza regolare e assai allungato, ed è recinta da una cerchia morenica pressochè intatta e alta da 50 a 100 m. sopra lo specchio del lago, lungo il quale è incisa a terrazzi, che segnano il successivo deprimersi del livello delle acque.

All'esterno di questa cerchia recente, a SE del lago, si stende un'ampia depressione col fondo livellato (Pampa del Nahuel-Huapi) e sopra la quale, all'altezza del Cerro Bernal, lungo la strada pel Valle 16 de octubre, si eleva con tre gradini un terrazzo ciottoloso e a superficie piana, che confina

Fig. 5. — Valle del Rio Pichileufu, vista guardando verso monte, a valle dell'Estancia Pilila. Il terrazzo che si profila nello sfondo è costituito da depositi fluvioglaciali della più antica glaciazione.

a S col Rio Pichileufu, al quale sovrasta d'un centinaio di metri (250 m. sulla Pampa del Nahuel-Huapi). Il terrazzo riprende a SSE del Rio Pichileufu, prolungandosi verso l'Arroyo las Bayas in un'elevata distesa ciottolosa, profondamente smembrata dall'erosione e che seppellisce parzialmente i rilievi terziarî. Sulla sinistra del Pichileufu, il terrazzo è cosparso di grandi erratici, di 1 a 5 m. di diametro.

Nelle incisioni naturali aperte qua e là attraverso questa distesa ghiaiosa, compaiono sabbie e ghiaie grossolane, stratificate. Anzichè di veri materiali morenici, si tratta dunque di accumulazioni fluvioglaciali. Questi depositi sono nettamente staccati dalla cerchia morenica che recinge l'estremità orientale del lago e sono anche molto più elevati, oltre che profondamente frastagliati dall'erosione, così che non vi può essere dubbio sulla loro spettanza ad un'espansione glaciale assai più antica e ben distinta da quella in cui fu abbandonata la cerchia morenica contigua al lago.

A questa glaciazione antica e più estesa si possono poi riferire le morene segnalate dal CALDENIUS e dal GUIÑAZÙ fra il Rio Pichileufu e Pilcaniyèn, a 30-40 km. dall'estremità orientale del lago, e che si prolungano a S verso il Cerro Pichileufu.

I depositi fluvioglaciali sopra descritti furono dispersi dalle acque di fusione del ghiacciaio, con ogni verosimiglianza durante la fase di ritirata di quest'antica espansione. Le correnti di disgelo dovevano infatti riversarsi in parte verso l'Arroyo las Bayas, ramo settentrionale del Rio Chico (affluente dell'Alto Rio Chubùt), non potendo trovare sfogo verso oriente, a causa dell'ostacolo opposto dall'alta dorsale dell'Anecòn grande (m. 2008).

Fra il Rio Pichileufu e Pilcaniyèn si notano due livelli morenici, separati fra loro da un'intercalazione di sedimenti lacustro-glaciali, formati in parte da ceneri vulcaniche e tufi rimaneggiati. Queste morene sembrano coordinarsi ai depositi glaciali e fluvioglaciali da me osservati sui ripiani che si stendono ai due lati del Rio Pichileufu, fra il Cerro Bernal e il ramo settentrionale dell'Arroyo las Bayas, in un'unica cerchia, ora smembrata e frastagliata dall'erosione, e che decorreva più o meno concentricamente al corso attuale del Rio Pichileufu. Per ora è incerto se l'intercalazione lacustre che separa i due orizzonti morenici di Pilcaniyèn si debba attribuire a una fase interglaciale, o semplicemente ad un'oscillazione di una medesima glaciazione.

Riassumendo i fatti fin qui esposti, nel bacino del Nahuel-Huapi esistono due sistemi di morene nettamente separati fra loro e corrispondenti a due glaciazioni distinte, di cui la più antica fu anche la maggiore. Ad uno stadio di ritiro dell'ultima glaciazione, spettano poi i due archi morenici che s'interpongono fra l'estremità occidentale del ramo di Puerto Blest e la Laguna Frias, e distanti 55 km. dall'estremo E della morena frontale dell'ultima glaciazione.

Lago Buenos Aires. — L'anfiteatro morenico che circonda ad oriente il Lago Buenos Aires è uno dei più estesi e meglio conservati della Patagonia. Esso si adagia in un'ampia e irregolare depressione incisa nell'altipiano ed è formato da quattro cerchie principali, di cui la seconda, a cominciare dall'esterno, si scinde in due archi principali nella sua porzione frontale. Le quattro cerchie sono separate da striscie di suolo pianeggiante e in parte incise a terrazzi, costituite da alluvioni fluvioglaciali. La cerchia interna, più continua e quasi intatta, delimita l'estremità orientale del lago, che si stende in forma di regolare bacino, circondato da terrazzi lacustri alti un po' più d'un centinaio di metri sul livello dello specchio d'acqua.

Le quattro cerchie, per la loro posizione e la freschezza delle forme, devono ritenersi opera dell'ultima espansione glaciale. Abbastanza distaccato e quasi indipendente appare invece il cordone morenico che sorge

sul lato sinistro dell'anfiteatro, adagiato in margine ad un alto terrazzo che si eleva a scarpata sopra la parte interna e depressa dell'anfiteatro.

I depositi fluvioglaciali connessi a questo cordone morenico si stendono a coprire l'alta Meseta del Guenguel (m. 850-600), alta 300-350 m. sul Rio Deseado. Le alluvioni che si raccordano alle morene recenti dell'anfiteatro, si dispongono invece sui bassi terrazzi che accompagnano il corso superiore del Rio Deseado (antico scaricatore del ghiacciaio), ad una alti-
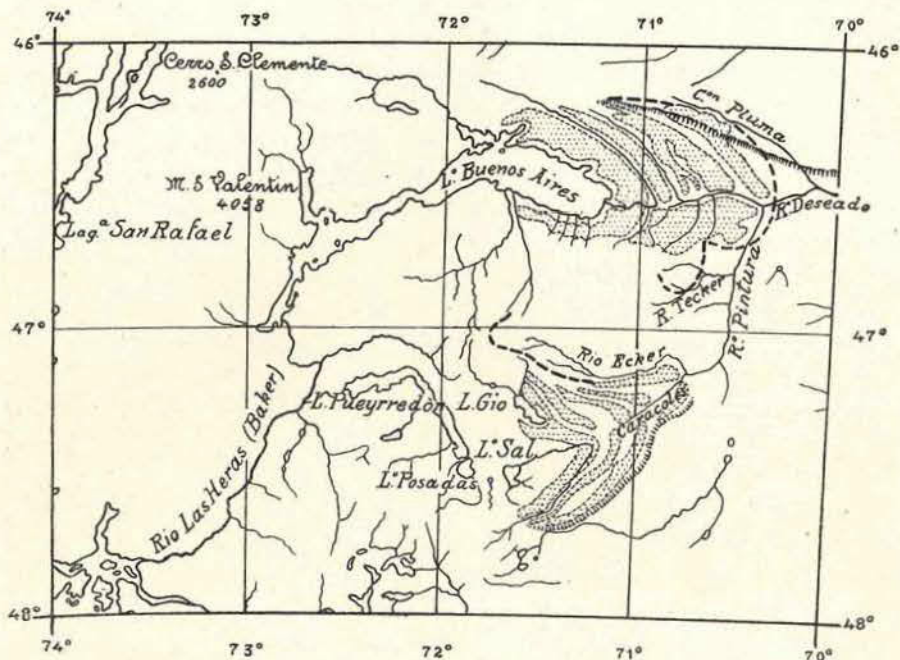
Fig. 6. — Cartina degli anfiteatri morenici dei Laghi Buenos Aires e Pueyrredòn.

tudine di 450 m. nel primo tratto e a un'altezza sopra il fiume di poco più d'un centinaio di metri. La posizione di queste morene più esterne ed elevate e il loro stato di conservazione sono tali da farle ritenere, con molta verosimiglianza, come il frammento d'una cerchia più antica, la cui parte frontale sarebbe stata distrutta dall'erosione fluviale e poscia dal ghiacciaio disceso in una successiva espansione. I depositi di quest'ultima appaiono infatti come incastrati nel terrazzo che sostiene le morene della glaciazione precedente, le cui tracce vennero però cancellate entro i limiti dell'ultima avanzata glaciale (1).

---

(1) Una più circostanziata descrizione dell'anfiteatro del Lago Buenos Aires si trova nella mia nota, ora in corso di pubblicazione, intitolata *Osservazioni intorno all'anfiteatro morenico del Lago Buenos Aires (Patagonia) e a un cono vulcanico su di esso inserito.* Boll. della R. Soc. Geografica Ital., Roma.

Lago Pueyrredòn. — La valle trasversale ora occupata dai Laghi Pueyrredòn (m. 111) e Posadas (m. 112) si prolunga verso NE in una ampia e irregolare depressione, parzialmente recinta a scarpata dall'altipiano. Questa depressione accoglie un vasto anfiteatro morenico costituito (come quello del Lago Buenos Aires) da quattro cerchie principali, delle quali le tre più interne e meglio conservate sembrano opera dell'ultima glaciazione. Sul lato sinistro dell'anfiteatro, questi archi morenici scendono

Fig. 7. — Cerchia morenica interna dell'anfiteatro del Lago Pueyrredòn, vista dalla strada dal Rio Blanco al Lago Posadas.

a scaglioni verso il centro della depressione, ora occupata da un tratto pianeggiante e in parte dal Lago Salitroso (m. 92).

La cerchia più esterna, che decorre sulla destra del Rio Ecker sino alla confluenza col Cañadòn Caracoles, si eleva nella sua estremità frontale a 960 m. e a 1200 m. sul suo lato sinistro: essa è alquanto smembrata dalla erosione. Le tre cerchie più interne, sulla sinistra del Cañadòn Caracoles, sono invece più continue, più basse e con caratteri di notevole freschezza. La più interna di tutte e quasi intatta, abbraccia ad E il Lago Gio (m. 341) e la depressione centrale dell'anfiteatro col Lago Salitroso, a un'altitudine di 450-600 metri.

Sulla destra dell'anfiteatro, i più esterni depositi morenici si addossano alla scarpata dell'altipiano e si stendono anche in margine a quest'ultimo. Data però l'incompiutezza delle mie ricerche in questa regione, non posso affermare se queste morene esterne vadano riferite a una prima fase di

massima estensione dell'ultima invasione glaciale, ovvero a una glaciazione precedente e più estesa.

Il Lago Pueyrredòn è ora tributario del Pacifico, per mezzo del suo emissario il Rio Pueyrredòn, che immette nel Rio Las Heras, o Rio Baker, il quale sbocca nell'Estèro Calen. Il ghiacciaio che costrusse l'anfiteatro di Caracòles aveva però il suo scaricatore nel Rio Caracòles, il quale, dopo essersi unito al Rio Pintura, sbocca con quest'ultimo nome nel Rio Deseado, che fungeva a sua volta da collettore delle acque di fusione del ghiacciaio Buenos Aires. La cerchia morenica più interna ha tenuto parzialmente in collo le acque di fusione del ghiacciaio, sino alla completa scomparsa di quest'ultimo, originando un vasto lago di cui i laghi attuali Salitroso, Posadas e Pueyrredòn rappresentano i resti. I due ultimi sono separati fra loro dalla conoide recente del Rio Furioso.

Quest'antico lago, che fu recentemente descritto anche dal CALDENIUS, ha lasciato le sue tracce in più ordini ben distinti di terrazzi lacustri, che si elevano sino a 450 m. sul mare (350 m. sul fondovalle). A S del Lago Barroso, di fronte all'Estancia Posadas, e più ad oriente, a S del Lago Salitroso, si notano tre gradini principali. Sul pendìo a S dell'Almacèn del Lago Pueyrredòn, sulla destra del Rio Oro, ho osservato lembi di limo lacustre sino a 560 m. sul mare (440 m. sul livello attuale del lago).

Lago Argentino. — Il Lago Argentino (m. 200) giace in fondo a una profonda depressione recinta a oriente dall'altipiano, che s'innalza sopra di essa con un'alta scarpata. Il tratto compreso fra questa scarpata e l'estremità orientale del lago è occupato da un esteso piano terrazzato, alto alcune decine di metri sul lago e costituito da depositi lacustro-glaciali e morenici, spesso ondulati in colline allineate concentricamente alla sponda del lago. Questi depositi sono incisi dal Rio Santa Cruz, emissario del lago, il quale scende all'Atlantico con direzione prevalente a E, entro una valle profondamente incassata nell'altipiano e il cui primo tratto, relativamente ampio, forma la continuazione della conca glaciale del lago.

Nelle scarpate del fiume, al Passo di Charles Fuhr, circa a 8 km. dall'uscita dal lago, alla base dei depositi morenici superficiali compare limo lacustre biancastro e sottilmente stratificato, con gli straterelli arricciati dalla pressione del ghiacciaio che vi passò sopra. Il deposito lacustre contiene lenti ghiaiose a ciottoli striati. La sua deposizione sembra corrispondere, anzichè a una fase interglaciale, a un'oscillazione di ritiro dell'ultima glaciazione, seguìta da un nuovo limitato avanzamento del ghiacciaio. Non v'è dubbio infatti che queste morene che circondano ad E il lago Argentino, inoltrandosi alquanto nella valle del Rio Santa Cruz, corrispondono per la loro situazione e notevole freschezza, all'ultima invasione glaciale. Esse si spingono verso oriente, addossandosi alla scarpata dell'altipiano,

sempre con caratteri di notevole freschezza nelle forme. Sopra lo stesso altipiano (Pampa alta), che s'innalza a oltre 700 m. sul mare nel ciglione prospiciente il lago, giacciono altre morene più dolcemente ondulate e che avanzano parecchi chilometri verso E. Queste morene si distinguono nettamente da quelle sopra descritte, oltre che per la loro posizione assai più avanzata e pel più elevato livello in cui si trovano, per le forme superficiali alquanto obliterate dall'erosione.

Fig. 8. — Cartina della regione del Lago Argentino, con l'indicazione delle morene terminali della prima (segnate con I) e della seconda e ultima glaciazione (segnate con II) e delle morene stadiali.

Alla superficie del ripiano compare qua e là del terriccio rossastro derivante dall'alterazione del materiale morenico, che manca invece sulle morene interne.

Questo più esterno sistema di morene frontali si stende trasversalmente al Rio Santa Cruz, che lo incide e interrompe con la sua valle profondamente terrazzata. La sua deposizione fu dunque seguìta da una fase di erosione assai prolungata e quindi da una nuova espansione glaciale, meno estesa, in cui vennero abbandonati i depositi glaciali e lacustro-glaciali situati in fondo alla depressione che circonda l'estremità orientale del lago.

La fase di ritiro dell'ultima glaciazione è stata interrotta da almeno una fase, sufficientemente prolungata, di stazionarietà o limitato avanzamento. Essa è segnata dall'arco glaciale che delimita l'estremità orientale del Lago Rico, all'altezza del meridiano che taglia il lago circa per la metà e che riprende fra Puerto Bandera e Punta Ciervos sulla sponda meridionale del lago, e quindi, sulla sponda settentrionale, all'Estancia Maria Antonia. Durante la deposizione di questi due archi morenici, il ghiacciaio era diviso dal Cerro Buenos Aires in due rami principali.

L'arco morenico del Lago Rico dista 21-25 km. dalla fronte del Ghiacciaio Moreno, che s'immerge nell'estremità opposta del lago, e 55 km. dalla più interna delle cerchie terminali. Non v'è dubbio pertanto che la sua costruzione risale ad una data assai recente e che corrisponde, con ogni verosimiglianza, ad uno stadio postglaciale. Un'oscillazione molto più moderna è segnata infine dai piccoli archi morenici che si stendono a pochi chilometri dalle fronti attuali dei ghiacciai che sboccano nella estremità meridionale del Brazo S e in quella dei canali interni del Brazo N.

A conclusione dei dati ora esposti, risulta che nella regione del Lago Argentino si possono riconoscere due principali sistemi di morene frontali, riferibili a due glaciazioni distinte. La ritirata dell'ultima glaciazione fu poi interrotta da due fasi di sosta o limitato avanzamento dei ghiacciai, durante le quali vennero abbandonati due archi stadiarî, molto distanziati dalle morene terminali e relativamente prossimi alle fronti glaciali odierne.

Dall'insieme dei dati qui esposti e direttamente desunti dalle osservazioni che ho eseguite in parti diverse della Cordigliera patagonica, dalla sua estremità settentrionale fin presso lo Stretto di Magellano, risulta accertata l'esistenza di due sistemi di morene frontali. Il sistema più esterno ed antico appare in genere abbastanza bene separato da quello interno e recente per la sua posizione più avanzata, perchè adagiato in margine all'altipiano a notevole altezza sul fondo attuale delle valli e per la forma dei rilievi che lo costituiscono, alquanto attenuati dall'erosione e talvolta non coordinati in cordoni un po' estesi e continui. I depositi fluvioglaciali che s'innestano a queste morene, sono disposti su terrazzi relativamente elevati rispetto ai corsi d'acqua che scendono all'Atlantico, ma sono a loro volta sormontati da uno o due livelli di terrazzi ancora più alti e rivestiti di alluvioni probabilmente preglaciali.

Il sistema interno è invece profondamente incassato nell'altipiano e situato a più basso livello del precedente talora di alcune centinaia di metri. Esso si raccorda a valle coi terrazzi inferiori che accompagnano i corsi d'acqua tributarî dell'Atlantico. Questa condizione di cose offre analogia con quella che si osserva nell'avanregione alpina tedesca, dove le conoidi fluvioglaciali sono disposte a incastro le une nelle altre.

Il sistema morenico interno consta comunemente di più cerchie concentriche (fino a tre o quattro) e quasi intatte. Esso deve corrispondere ad un'espansione glaciale separata dalla precedente da un intervallo abbastanza lungo, durante il quale il sistema esterno venne inciso e parzialmente distrutto. La glaciazione più recente ha poi cancellato in gran parte le tracce della più antica entro i limiti della sua maggiore ampiezza. La distanza fra i limiti raggiunti da queste due invasioni glaciali è di alcune decine di chilometri (quasi 30 km. al Nahuel-Huapi e circa altrettanto

al Lago Argentino). Il regresso della glaciazione più recente fu poi interrotto da almeno due soste principali, o da un nuovo piccolo avanzamento dei ghiacciai, segnato ciascuno da un arco glaciale molto ristretto rispetto alle morene frontali. Al Lago Argentino, il primo cordone stadiario è situato a 55 km. dal limite interno delle morene terminali dell'ultima glaciazione e a 21-25 km. dalle fronti dei ghiacciai attuali. Il secondo cordone stadiario dista invece da questi ultimi circa 4-6 km.

Fig. 9. — LAGO RICO (LAGO ARGENTINO). Nello sfondo il ghiacciaio Moreno, con la fronte immersa nel lago: nel piano che circonda il lago alla destra del riguardante, morene stadiali dell'ultima glaciazione.

In quanto al sistema glaciale più esterno ed antico, allo stato attuale delle ricerche non si può dire se corrisponda a una stessa e unica glaciazione, o se sia invece formato da depositi di due glaciazioni distinte. Nella regione del Nahuel-Huapi esso consta di due orizzonti morenici separati da una intercalazione lacustre, che non sappiamo se corrisponda a una semplice oscillazione della fronte glaciale, oppure a una vera fase interglaciale.

A parte quest'incertezza, che dovrà essere risolta dalle future ricerche, le analogie col fenomeno glaciale dell'Europa risultano assai evidenti, per l'esistenza d'una glaciazione più antica ed estesa; per la triplice divisione delle morene frontali della glaciazione più recente e pei due stadî che segnarono la ritirata di quest'ultima. Queste analogie tenderebbero a dimostrare che lo sviluppo del fenomeno glaciale è stato contemporaneo nei due emisferi. Per meglio precisare le relazioni tra le fasi e gli stadî glaciali della Patagonia e quelli dell'Europa, occorrerebbe però procedere nella prima alla determinazione del limite climatico delle nevi corrispondente a ciascuna

serie di depositi. Ma a una siffatta ricostruzione si oppongono varie difficoltà, fra cui quella, per ora insormontabile, derivante dalla mancanza di carte topografiche con curve altimetriche sufficientemente esatte e abbraccianti tratti un po' estesi della Cordigliera patagonica.

Il problema della contemporaneità e corrispondenza delle oscillazioni dell'ultima espansione glaciale patagonica con quella europea, fu affrontato recentemente per altra via dal CALDENIUS, allievo del DE GEER, il quale si è giovato dello studio dei depositi lacustri separanti la varie cerchie, o sottoposti alle stesse. Tale criterio, com'è noto, si fonda sul principio che lo spessore degli straterelli deposti annualmente (detti *varve* da un termine svedese) varia in rapporto con l'intensità dell'ablazione glaciale, la quale dipende a sua volta dalle variazioni nell'intensità della radiazione solare. Il CALDENIUS ha eseguito a tale scopo uno studio sistematico e diligentissimo dei depositi lacustro-glaciali riconosciuti in più parti della Patagonia, riassumendoli in appositi diagrammi che mise a diretto confronto con quelli degli analoghi depositi della Scandinavia. A conclusione di tali ricerche, che si trovano esposte in un notevole studio (1), egli è condotto a sincronizzare le tre cerchie moreniche dell'ultima glaciazione con le tre grandi fasi di ritirata dell'*inlandeis* baltico, segnate rispettivamente dalle morene della Germania settentrionale e della Danimarca (sistema *daniglaciale*); da quello decorrente lungo la riva meridionale del Baltico e il margine orientale della Svezia (sistema *gotiglaciale*), e infine da quelle che si stendono attraverso la Svezia meridionale e la Finlandia (sistema *finniglaciale*).

È facile intendere come l'esattezza di questi sincronismi dipenda dalla bontà del principio sul quale essi si fondano, che non tutti gli autori sembrano disposti ad accettare e sul quale, comunque, non è stata detta ancora l'ultima parola. Tuttavia le corrispondenze stabilite dal CALDENIUS sono assai suggestive; come pure notevole è il risultato al quale egli è giunto, in pieno accordo con le osservazioni ch'io ho eseguite indipendentemente da lui, circa la separazione di un più esterno sistema di morene frontali ch'egli pure ritiene riferibile, con ogni probabilità, ad una più antica invasione glaciale.

È doveroso poi ricordare come la pluralità delle glaciazioni nella Patagonia fosse già stata affermata dai precedenti osservatori, sebbene con diversità di vedute gli uni dagli altri. Così O. NORDENSKJÖLD (2), ammise nella regione fuegino-magellanica l'esistenza di due espansioni glaciali, di

---

(1) CALDENIUS C., *Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego*. Geografiska Annaler, H. 10, 2. Stoccolma, 1932. Il limite delle espansioni glaciali quaternarie segnato nella fig. 3 sopra intercalata, e dedotto dalle mie osservazioni, fu integrato in alcune parti in base allo studio del CALDENIUS.

(2) NORDENSKJÖLD O., *Ueber die posttertiären Ablagerungen der Magellansländer* ecc., Svenska expedit. till Magellansländerna, Bd. 1, N. 2. Stoccolma, 1898.

cui la seconda alquanto più estesa. Alcuni anni più tardi, lo HAUTHAL (1) distinse tre glaciazioni, di cui la più antica e più estesa avrebbe spinto le fronti glaciali a N dello Stretto di Magellano, sino alla costa. Le morene della seconda glaciazione si stendono nella Valle del Rio Gallegos sino al meridiano 70° 37′ Gr. Quelle della terza circondano ad E il Lago Argentino ed occupano la depressione a S della Meseta Vizcachas. La ritirata della terza glaciazione sarebbe avvenuta in due fasi principali.

Il ROVERETO (2) eseguì un notevole studio delle tracce glaciali nel bacino del Nahuel-Huapi, venendo alle conclusioni seguenti:

1° la cerchia morenica, a forme quasi intatte, che recinge l'estremità orientale del lago, fu deposta durante l'ultima fase od espansione glaciale, che chiamò *Nahuelhuapiense*.

2° Tale morena riposa in parte su di una morena più antica e cementata (detta localmente *cancagua*), abbandonata durante una glaciazione precedente (*Barilochense*).

3° Più all'esterno, verso il Rio Pichileufu, sino a 30 km. dalle Ande, si hanno resti cospicui di morene depositate in una prima, più antica e potente espansione glaciale (*Pichileufense*), che l'autore ritenne potersi dividere, benchè dubitativamente, in due fasi od espansioni.

Tali conclusioni sono sostanzialmente esatte, con la riserva però che la morena cementata (*cancagua*) sottoposta alle morene recenti di S. Carlos de Bariloche, anzichè a un'espansione glaciale indipendente, potrebbe spettare alla glaciazione più antica (*Pichileufense*); e che la suddivisione in due di quest'ultima, per quanto probabile, non può ritenersi accertata.

Il BONARELLI (3) illustrò in una carta d'insieme le morene della Terra del Fuoco e della Patagonia australe, ed ammise l'esistenza di tre fasi glaciali, segnate dalle tre cerchie moreniche concentriche che si stendono attraverso lo Stretto di Magellano.

Due invasioni glaciali, di cui la più antica assai più estesa, furono riconosciute dal GROEBER (4) nella regione del Cerro Copahue (Ande di Mendoza, 38° lat. S). La fase di ritirata della seconda e ultima glaciazione fu interrotta da una sosta, indicata da una serie di morene stadiarie.

---

(1) HAUTHAL R., *Gletscherbilder aus der argentinischen Kordillere*. Zeitschr. d. Deutsch. und Oesterr. Alpenvereins, Bd. 35 (1904).

(2) ROVERETO G., *Studi di geomorfologia argentina. III. La Valle del Rio Negro*. Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XXXI (1912). Roma.

(3) BONARELLI G., *Tierra del Fuego y sus turberas*. Anales del Min. de Agricult. de la Naciòn, Secciòn Geología ecc., tomo 12, n. 3. Buenos Aires, 1917.

(4) GROEBER P., *La región de Copahue y su glaciación diluvial*. Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos « Gaea ». Buenos Aires, 1925.

5. Tracce dell'attività vulcanica durante il Quaternario.

Una serie numerosa di vulcani attivi si allinea lungo l'asse principale della Cordigliera fra i paralleli 34° e 37°. A S di quest'ultimo parallelo e fino al 41° lat. S, la massima parte dei vulcani attuali sorgono sul versante occidentale o cileno. Più al S, ancora, lungo la Cordigliera patagonica, i vulcani attivi diventano sempre più rari. Il più meridionale finora riconosciuto è quello del Monte Burney, presso il Seno de Ultima Esperanza, a 52° lat. S. Sul versante orientale della Cordigliera e in tutto l'altipiano patagonico mancano invece centri eruttivi in attività. Il vulcanismo peraltro fu in essi assai attivo durante il Terziario superiore e il Quaternario, massime nella zona d'altipiano che decorre attigua alle Ande dal Rio Colorado sino allo Stretto di Magellano. Nella regione subandina compresa fra il Rio Colorado e il parallelo 43°, ebbero luogo nel Miocene e Pliocene, eruzioni di rocce trachitiche e liparitiche, alle quali seguirono lave prevalentemente basaltiche nel Quaternario, durante il quale l'attività vulcanica si è spostata verso O e cioè verso la catena andina principale e sul versante occidentale della stessa. Più a S, le lave eruttate durante il Pliocene e il Quaternario sono di tipo prevalentemente trachiandesitico e basaltico. Esse si riversarono sotto forma di vasti espandimenti sui ripiani che costituiscono la zona interna dell'altipiano patagonico, prossima alla Cordigliera, ma compaiono in alcuni punti anche a notevole distanza da questa ultima. L'effusione di queste lave si svolse in più fasi successive comprese fra il Pliocene ed il Postglaciale, come si rileva dalla posizione delle colate e dai loro rapporti coi depositi glaciali e fluvioglaciali, e alluvionali recenti. Le osservazioni da me compiute in proposito portano a risultati degni di particolare rilievo, che qui esporrò succintamente.

Nella regione situata ad E e a SE del Lago Nahuel-Huapi, hanno ampia diffusione le rocce trachitiche e liparitiche, in buona parte sotto forma di tufi, che costituiscono la zona marginale dell'altipiano più vicina alle Ande. Questa zona è ora smembrata dall'erosione in rilievi in parte spianati e fra i quali si adagiano i depositi connessi con la prima, o con le prime glaciazioni. L'eruzione di queste rocce risale al Terziario superiore. Di data più recente sono le colate basaltiche che compaiono nella stessa regione, in copertura sia ai tufi terziarî, sia ai depositi glaciali e fluvioglaciali, e le quali spettano ad almeno due fasi distinte. Quelle della prima fase formano espandimenti più o meno estesi alla sommità dei rilievi e appaiono nettamente troncati lungo l'orlo degli stessi; e ciò dimostra che l'isolamento del rilievo è posteriore allo sgorgo della lava. Un espandimento di questo tipo, ad es., è quello che riveste l'ampio terrazzo situato sulla destra dell'Arroyo las Bayas, costituito da alluvioni connesse coi depositi

glaciali più esterni ed antichi, a un'altezza di circa 250 m. sul fondo odierno della valle. Un poco più a N, sulla destra del Rio Pichileufu, si hanno colate basaltiche che scendono sino presso il fondo della valle, la quale fu profondamente terrazzata durante l'ultima glaciazione ed il Postglaciale antico. Colate ed espandimenti basaltici, in posizioni simili a quelle ora descritte, compaiono più a S, sulla destra del Rio Chico (ramo settentrionale del Rio Chubùt).
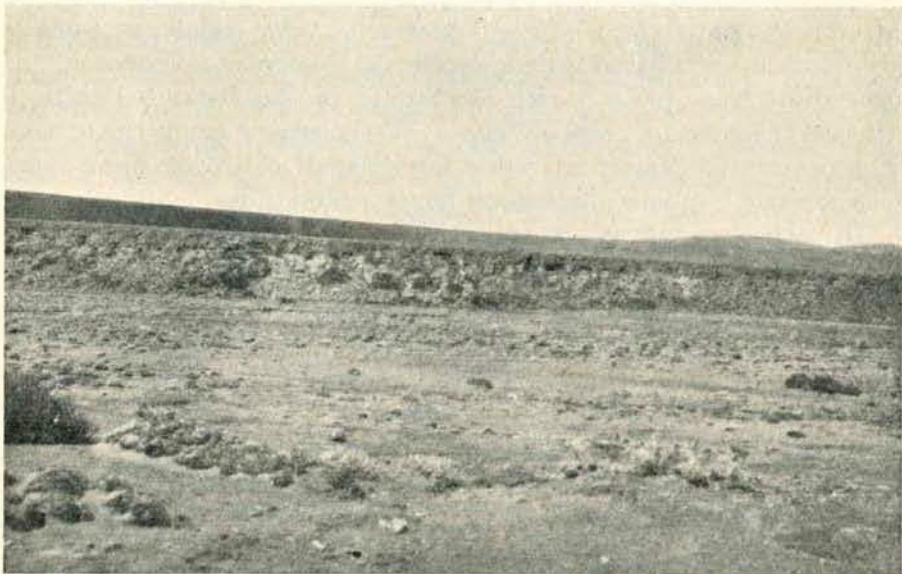
Fig. 10. — Colata di basalto sopra un terrazzo nella Valle del Rio Tecker, lungo la strada dal Lago Buenos Aires al Lago Pueyrredòn.

Nel tratto inferiore della valle dell'Arroyo Gato (Lago Fontana, 45° lat. S.) ho osservato delle colate basaltiche che scendono sin presso il fondo della valle e che sono perciò posteriori all'ultima discesa dei ghiacciai.

Un più ampio sviluppo presentano le rocce basaltiche nella regione subandina a S del Lago Buenos Aires. Presso quest'ultimo si notano espandimenti di data probabilmente preglaciale (come quello che ricopre l'alta Meseta del Lago Buenos Aires), o comunque anteriori all'ultima glaciazione; altri d'età interglaciale e direttamente ricoperti dalle morene dell'ultima glaciazione; e altri infine postglaciali in parte recenti. A questi ultimi, ad es., appartiene la colata basaltica distesa sull'ala destra dell'anfiteatro e nel centro della quale sorge un ben conservato cono eruttivo, col cratere quasi intatto e che ho recentemente segnalato e descritto nella già citata nota in corso di pubblicazione (1).

(1) Feruglio, *Op. cit.*

Lungo il Rio Pintura e alcuni dei suoi affluenti, ho visto colate recentissime, che scendono sino presso il fondovalle e da ritenersi perciò posteriori alla ritirata dei ghiacciai, durante la quale le valli vennero approfondite e terrazzate. Nel tratto superiore della valle del Rio Deseado, che incide trasversalmente l'anfiteatro morenico del Lago Buenos Aires, ho notato lembi di colate basaltiche sui terrazzi che accompagnano il fiume, ad una altezza sopra quest'ultimo di alcune decine di metri, ma ricoperte dalle alluvioni depositate durante le prime fasi di ritiro del ghiacciaio. Dai fatti esposti risulta che le eruzioni basaltiche, nella regione in esame, si sono succedute attraverso tutte le epoche del Quaternario. Condizioni analoghe si osservano più a S, sino allo Stretto di Magellano. Nel tratto di altipiano compreso fra quest'ultimo e il Rio Gallegos, si hanno colate basaltiche ricoprenti i depositi glaciali e fluvioglaciali così della prima, come della seconda e ultima glaciazione finora riconosciute.

Di particolare interesse è poi la sezione che ho osservato nell'ampio ripiano che sorge presso la sponda meridionale del Lago Argentino, fra il Rio Rico e il Chorrillo Malo, internamente alla prima e più esterna morena stadiaria, che si stende circa a metà lunghezza del lago. Il ripiano è costituito da strati cretacei ed è ricoperto da quattro ben distinte colate di basalto, che si succedono in uno spessore complessivo di circa 180 m., fra 947 e 1130 m. sopra la superficie del lago. Alla base della prima colata, potente a luoghi alcune decine di metri, compare una morena con ciottoli lisciati e distintamente striati, parzialmente cementata e ad aspetto antico. Altri tre livelli morenici, sciolti e ad aspetto recente, si intercalano successivamente fra le quattro colate vulcaniche. Queste si presentano nettamente troncate lungo il margine del ripiano, alla sommità del quale, e sopra la colata più recente, compaiono alcuni erratici glaciali. Ciò sta ad indicare che l'eruzione di questa colata è anteriore al regresso definitivo del ghiacciaio, e che fu seguìta da un nuovo e limitato avanzamento dello stesso ghiacciaio. Analogamente, i tre livelli morenici superiori, compresi fra le quattro colate, si presentano in tale stato di freschezza da farli ritenere corrispondenti ad altrettante oscillazioni di una stessa e unica espansione glaciale, anzichè a più glaciazioni distinte. La morena sottoposta alla colata inferiore e più potente, pel suo stato di cementazione, parrebbe invece doversi riferire ad un'invasione glaciale più antica.

Il limo glaciale a contatto col basalto, alla base delle colate, si presenta arrossato e in parte indurito da metamorfismo caustico, per uno spessore di pochi decimetri.

Lo studio petrografico di queste colate, eseguito dal dott. I. Conci su campioni da me raccolti, ha poi rivelato che partendo dalla colata più antica, la grana della roccia diventa sempre più minuta e che nelle colate superiori i fenocristalli si fanno sempre più rari.

6. Rapporti delle faune marine dei terrazzi costieri col fenomeno glaciale.

Prima ancora che allo studio dei ghiacciai attuali della Cordigliera del Lago Argentino e delle tracce lasciate dalle invasioni glaciali allo sbocco delle valli andine, io avevo rivolto la mia attenzione all'esame dei terrazzi marini distribuiti lungo la costa orientale della Patagonia e alle faune di Molluschi che essi ricettano. Tali ricerche, proseguite a intermittenze durante quasi tre anni, mi hanno condotto alla scoperta di parecchi nuovi giacimenti fossiliferi e a una revisione di quelli, assai meno numerosi, segnalati in precedenza, riportandone un'abbondante raccolta paleontologica di cui ho recentemente compiuto lo studio. Fra i risultati più importanti così ottenuti, va segnalata la scoperta di alcuni orizzonti le cui faune malacologiche portano assai chiara l'impronta dell'avvicendarsi di fasi climatiche calde e fredde, in rapporto col fenomeno glaciale, e che si possono seguire lungo tratti assai estesi della costa patagonica.

Le faune di Molluschi dei depositi costieri più recenti, constano infatti quasi esclusivamente di specie attuali; ma mentre alcuni orizzonti ricettano forme oggi viventi al N, in acque più calde, in altri si notano specie, più o meno numerose, immigrate dal S e oggi in parte relegate di nuovo ai mari australi. I terrazzi costieri della Patagonia si possono raggruppare in cinque ordini o sistemi principali, che distinguerò con numeri progressivi dal più elevato ed antico al più basso e recente.

Sistema V. — Un più basso e recente ordine di spiagge sollevate, costituite da materiali sabbiosi e ghiaiosi sciolti, disposti in forma di terrazzi e di cordoni littorali, compare saltuariamente lungo tutta la costiera argentina dalla Terra del Fuoco sino al Rio de la Plata. La sua altezza varia da luogo a luogo, ma nella Patagonia essa è compresa generalmente fra 6 e 12 m. sul medio livello della marea (che presenta quivi oscillazioni di varî metri), benchè in alcuni punti raggiunga i 16 e perfino 19 metri. Lungo il littorale della provincia di Buenos Aires, questi depositi si mantengono sotto i 6 m. sul mare.

La fauna dei depositi ascritti a questo livello (che indico col nome di *Comodoro Rivadavia*), pur variando da luogo a luogo, come d'altronde avviene anche per la fauna attuale, si distingue da quelle dei terrazzi soprastanti per essere costituita esclusivamente o quasi da specie che abitano il mare adiacente. Ciò la dimostra vissuta in condizioni di clima simili alle odierne, in modo da doversi ritenere posteriore ai cambiamenti climatici che hanno accompagnato e seguìto l'ultima espansione glaciale. La giovane età di questi depositi è poi confermata dalla loro posizione allo sbocco delle valli di più recente incisione, dalla loro graduale transi-

zione alle spiagge attuali, o appena abbandonate e consolidate, e dalla loro stretta dipendenza dalla morfologia costiera odierna.

Sistema IV. — Dai depositi postglaciali ora descritti, salendo un gradino alto 10 o 20 metri, si passa a un secondo ordine di terrazzi e cordoni littorali ghiaiosi, parzialmente cementati, che distinguo col nome di *Mazaredo.* Esso è particolarmente ben rappresentato lungo il golfo di San Giorgio e nei tratti di costa immediatamente vicini, dove la sua altitudine è compresa in media fra 20 e 30 m. sul mare. La fauna di questo livello, pur essendo costituita esclusivamente da specie attuali, si distingue chiaramente per la comparsa di varie forme di Molluschi immigrati dai mari australi e dal littorale del Cile (risalito dalla corrente fredda di Humboldt o del Perù). Di queste specie alcune si sono adattate alle mutate condizioni termiche e persistono tuttora nel mare vicino. Tali sono: *Mulinia edulis, Ensis macha, Saxicava antarctica, Nacella cymbularia, Acanthina calcar* e *Siphonaria lessoni.* Le restanti e più significative si sono invece ritirate nuovamente nei mari australi, come: *Fissurella picta, F. oriens, F. radiosa, Acmaea ceciliana, Acanthina calcar crassilabrum, Euthria cerealis, E. meridionalis* e l'Echino *Toxocidaris* (*Loxechinus*) *albus.*

L'introduzione di queste specie di mare freddo, associate spesso in gran numero in uno stesso giacimento, consegue evidentemente a un generale raffreddamento del clima, in rapporto con l'ultima espansione glaciale. La spettanza del livello in esame all'ultima glaciazione, anzichè alle precedenti, è dimostrata dalla posizione altimetrica dei suoi depositi, che succedono direttamente a quelli postglaciali sopra descritti; dalla loro freschezza di conservazione e dall'essere la loro fauna di Molluschi formata unicamente di specie odierne, sopra un totale di circa 60 che finora vi ho segnalato.

Il suo carattere di fauna fredda, oltre che dal confronto con la fauna attuale del mare adiacente, risulta evidente anche dal contrasto con quella dei terrazzi del III sistema immediatamente soprastante.

Sistema III. — Quest'ultimo livello è tipicamente rappresentato a *Camarones,* dov'è costituito da un deposito ghiaioso di spiaggia, in parte ben cementato e che ricopre un terrazzo alto circa 50 m. sul mare. La sua fauna di Molluschi consta di specie attuali, ma è contraddistinta: 1°, dalla mancanza degli elementi oriundi del Cile e dei mari australi che abbiamo sopra indicati e che compaiono invece assai numerosi in un terrazzo immediatamente sottoposto, che nell'abitato di Camarones si stende a 20-25 m. sul mare; 2°, dalla presenza di alcune specie, quali *Mactra isabelleana, Ostrea puelchana* e *Olivancillaria auricularia,* oggi ritirate più al N e che accennano a clima più caldo dell'attuale, probabilmente interglaciale, in contrasto con la fauna del sottostante terrazzo a 20-25 m., di clima più freddo e di fase glaciale. Al livello in questione va pure ascritto un terrazzo

di Puerto Deseado alto una quarantina di metri, con fauna di Molluschi attuali (una sola forma estinta), ma destituita delle specie australi e cilene che caratterizzano i vicini terrazzi sollevati a una ventina di metri sul mare.

Sistema II. — Da quest'ultimo terrazzo, superando un gradino assai elevato, si passa direttamente ai depositi del II sistema, i quali ricoprono un esteso ripiano d'abrasione marina che si stende presso l'oceano, a una altitudine di 120-140 m., all'altezza del Cabo Blanco e del Cabo Tres Puntas, fra Mazaredo e Puerto Deseado. Da questo livello proviene una piccola fauna di Molluschi in parte estinti (*Ostrea ferrarisi*, *Myochlamys actinodes*, *M. deseadensis*) e con decise affinità terziarie.

Sistema I. — Il ripiano ora descritto è sormontato da un livello di terrazzi alti 160-185 m. sul mare e rivestiti d'uno strato di ghiaie e sabbie di spiaggia, parzialmente cementate e con conchiglie marine. Esso si sviluppa intorno al Cerro Laziar, 45 km. a NE di Puerto Deseado. La fauna malacologica di questi terrazzi marini, i più elevati che si conoscono finora nella Patagonia, comprende allo stato attuale delle ricerche 35 specie e varietà, di cui 14 estinte, pari al 40 % dell'intera fauna. Accanto ad alcune forme sopravviventi o affini ad altre del Terziario inferiore e medio (*Myochlamys actinodes, Ostrea ferrarisi, Voluta feruglioi*, ecc.), si nota la comparsa di numerosi elementi nuovi ed attuali, che conferiscono alla fauna in questione una fisionomia propria e relativamente moderna. Tali sono: *Corbula patagonica, Mytilus edulis, M. purpuratus, Neomphalius patagonicus, Scalaria magellanica, Trophon varians, T. necocheanus, Urosalpinx decolor, U. crispus, Bullia cochlidium, Euthria rosea* e *Voluta ancilla*.

L'età di questo livello è incerta fra il Pliocene e il Quaternario più antico; ma l'elevata percentuale delle forme spente, la presenza di Molluschi a spiccate affinità terziarie e proprî in parte di acque più calde, unitamente al notevole salto altimetrico rispetto ai terrazzi, sicuramente quaternarî, riuniti nel III e IV sistema, ne proverebbero la spettanza al Pliocene piuttosto che al Quaternario inferiore.

Pure d'età preglaciale è da ritenersi il terrazzo del Cabo Fairweather o Buentiempo, presso Puerto Gallegos, alto un po' più d'un centinaio di metri sul mare e con fauna di Molluschi in parte estinti, fra cui notevole per la sua abbondanza è una forma di *Ostrea* (*O. faira*) di grandi dimensioni e affine a una specie del Patagoniano (*O. hatcheri*). Questo terrazzo dista appena una trentina di chilometri dai più esterni depositi morenici abbandonati, in un'antica espansione, dal ghiacciaio che dalle Ande si spingeva nell'Atlantico ai due lati dello Stretto di Magellano. Il terrazzo in parola sale dolcemente verso l'interno, dov'è rivestito da una coltre ghiaiosa alluvionale, superficialmente mista a terriccio rossastro d'alterazione. Esso si raccorda ai terrazzi più elevati situati sul margine orientale della conca del Lago Argentino a un'altitudine di 700 m. e sui quali si adagia la più

esterna cerchia morenica. Pare perciò probabile che le predette alluvioni si connettano con queste più antiche morene, mentre il giacimento marino del Cabo Buentiempo, ricoperto dalle stesse alluvioni, è di data anteriore e con tutta verosimiglianza preglaciale.

I varî terrazzi ora passati brevemente in rassegna e particolarmente quelli più elevati, che sono anche i più estesi, servono a separare i successivi stadî del sollevamento dell'altipiano patagonico a cominciare dalla fine del Pliocene. I terrazzi più antichi, riuniti nel I e II sistema, sovrastano a quelli più recenti del III e IV sistema di varie decine di metri, anzi nei dintorni di Puerto Deseado rispettivamente di 120 e 80 metri. A questo salto altimetrico corrisponde poi una netta separazione faunistica, contrassegnata dalla scomparsa di varie forme del Terziario e dall'apparizione di altre, assai numerose, che persistono nella fauna attuale.

Le faune dei terrazzi più elevati, come fu avvertito, accennano a condizioni termiche superiori a quelle del mare vicino e sembrano, almeno in parte, anteriori alle invasioni glaciali. D'altronde, la comparsa negli stessi terrazzi di numerose specie che abitano il littorale vicino e attualmente confinate alla metà australe della Patagonia (*Urosalpinx decolor*, *U. crispus*, *Euthria rosea*), in contrasto col carattere decisamente tropicale delle faune del Patagoniano (Oligocene) e dell'Entrerriano (Miocene), accusa un raffreddamento del clima, precursore probabilmente della prima e più antica espansione glaciale.

Da questi terrazzi relativamente antichi si passa senz'altro a quelli, assai più recenti, del III sistema, che è separato dal precedente mediante un salto altimetrico di circa 80 metri.

I terrazzi e cordoni littorali dei tre sistemi più recenti (III-V), si succedono invece l'uno all'altro con piccoli dislivelli. Le loro faune, formate quasi esclusivamente di specie attuali, differiscono fra loro quasi unicamente per la diversa frequenza e distribuzione geografica di alcune specie.

A una fauna di mare relativamente caldo, o almeno non più freddo dell'attuale, e corrispondente all'ultima fase interglaciale, succede infatti, con evidente contrasto, una fauna con numerosi elementi oriundi del Cile e dei mari australi che accusano condizioni termiche inferiori alle attuali del vicino oceano, corrispondenti all'ultima glaciazione e agli stadî postglaciali. A quest'ultima segue infine una fauna ancora più recente, con specie abitatrici del prossimo mare e che indica l'affermarsi del clima temperato attuale.

Le notizie ora esposte mettono dunque in luce l'influenza che il fenomeno glaciale ebbe nel modificare le faune littorali della Patagonia e attraverso le cui mutazioni è possibile seguire in parte le successive fasi climatiche del Quaternario. Si avverta peraltro che finora non si è potuto riconoscere

un equivalente marino della prima, o delle due prime, e più antiche invasioni glaciali, e che dovrebbe intercalarsi fra il II e il III sistema di terrazzi, i quali, come si è detto, sono separati fra loro da un sensibile *hiatus* altimetrico e faunistico.

La conoscenza delle più recenti faune marine della Patagonia, ci permette di meglio interpretare alcune circostanze riguardanti le faune marine contenute nella serie pampiana della provincia di Buenos Aires e di inquadrarle nelle suddivisioni del Quaternario. La serie pampiana, che riveste d'un mantello quasi continuo e d'uno spessore di alcune decine di metri una superficie di oltre un milione di km^2, consta essenzialmente di depositi terrestri, in gran parte eolici e in minor parte fluviali o lacustri. In mezzo a questa serie continentale si trovano, in riva all'Atlantico, tre distinti orizzonti marini dovuti a temporanee sommersioni del margine costiero. Il più antico di questi orizzonti, detto *Interensenadense* in quanto s'interpone fra i due orizzonti continentali dell'Ensenadense inferiore e superiore, non si conosce che attraverso alcuni scavi artificiali e non ha fornito che alcuni scarsi avanzi di Molluschi, genericamente indeterminabili. Il secondo orizzonte marino, detto *Belgranense*, s'intercala fra l'Ensenadense superiore e il Bonaerense. Esso ricetta una fauna di Molluschi di specie attuali (pochissime le forme sicuramente estinte), fra le quali sono peraltro notevoli alcune oggi ritirate più a N, nelle acque subtropicali e tropicali della costa orientale dell'Uruguay e del Brasile meridionale (*Arca bicors*, *Ostrea parasitica*, *Purpura haemastoma*, ecc.).

I depositi del terzo e più recente orizzonte marino, detto *Querandino* o *Querandinense*, occupano la più esterna frangia costiera, alta pochi metri sul mare e penetrano alquanto nell'interno, lungo i solchi di terrazzamento incisi nello spessore della serie pampiana dai corsi d'acqua che scendono all'Atlantico e all'estuario del Rio de la Plata. La loro fauna, costituita da specie tutte viventi nel mare vicino, ha una fisionomia del tutto moderna. L'età recentissima di questi depositi è poi confermata dalla loro posizione sul fondo delle vallicelle attuali, di sotto a un manto di alluvioni freschissime o anche semplicemente di uno strato di *humus*. I depositi del Querandino si collegano pertanto alle più recenti spiagge emerse della Patagonia, con fauna identica a quella attuale del mare adiacente e che si possono con ciò seguire senza interruzione dalla Terra del Fuoco sino alla provincia di Buenos Aires.

In quanto al Belgranense, i caratteri della sua fauna di acque un po' più calde delle attuali del mare prossimo, inducono a riunirlo, anzichè ai depositi del IV sistema, con fauna di mare freddo, a quelli del III livello, che ritengo corrispondente all'ultimo interglaciale. La spettanza del Belgranense all'ultimo interglaciale sembra confermata dalla sua posizione al disotto del Bonaerense, costituito dal più superficiale deposito loessico

della Pampa e ch'io ritengo col ROVERETO (1) essersi deposto durante l'ultima espansione glaciale.

Le corrispondenze qui proposte ci permettono poi di dare una plausibile spiegazione dell'avvenuta scomparsa dal littorale argentino di alcune delle specie tropicali e subtropicali che si trovano fossili nel Belgranense e che si può ritenere più o meno concomitante alla ritirata verso N di alcune specie del III sistema della Patagonia. Questi fenomeni si possono infatti far risalire a una causa comune e cioè al sopravvenire della fase frigida dell'ultima glaciazione, che ha determinato a sua volta l'introduzione di numerose forme di Molluschi australi e cileni che più non vivono nel mare vicino.

7. Indizî di una recente depressione del livello marino.

La diversa altezza a cui compaiono i depositi più o meno contemporanei, e riferibili a uno stesso livello stratigrafico, lungo la costa patagonica e la ragguardevole altitudine dei terrazzi più antichi, attestano che essi conseguono in massima parte a un sollevamento della terraferma. L'innalzamento subìto dalla zona costiera dopo l'incisione dei terrazzi del Cerro Laziar, i più antichi finora conosciuti e risalenti, con ogni probabilità, al Pliocene superiore, è di circa 200 metri. Nell'interno dell'altipiano il sollevamento però fu certamente assai maggiore; mentre esso sembra essere stato meno intenso lungo la costa più al S, dove il terrazzo marino del Cabo Buentiempo, probabilmente anteriore al Quaternario, si stende verso i 100-110 m. sul mare. A questo stesso riguardo va pure segnalata la circostanza che, mentre i depositi interglaciali del III sistema della Patagonia salgono a 50-60 m. sul mare, quelli interglaciali del Belgranense arrivano nei dintorni di Buenos Aires a circa 6 m. sul mare.

Specialmente degna d'attenzione è la costanza che presentano le spiagge emerse del V sistema (postglaciale) lungo tutta la costiera argentina dalla Terra del Fuoco sino al Rio de la Plata e lungo le coste del Brasile. Nella Patagonia orientale esse constano di materiali grossolani di spiaggia, o accumulati nella zona sopramarina (fino un po' sopra il livello dell'alta marea, la quale offre qui ampiezze di alcuni metri) e si presentano ad altezze variabili fra 6 e 12 m. in media sul livello dell'oceano, giungendo in alcuni punti fino a 16 ed eccezionalmente 19 metri. Essi sono disposti a volte in più gradini successivi, o in più serie di cordoni paralleli e concentrici formatisi in tempi successivi. I depositi più o meno contemporanei

(1) ROVERETO G., *Studi di geomorfologia argentina. IV. La Pampa.* Boll. Società Geol. Ital., vol. XXXIII (1914). Roma.

del *Querandino* della provincia di Buenos Aires arrivano al massimo a 6 m. sul mare.

La notevole estensione di queste spiagge emerse, che si possono seguire, lungo il littorale atlantico, sino almeno all'equatore, dà motivo a ritenere che esse dipendano, anzichè da un sollevamento regionale, da un abbassamento del livello del mare. L'età recentissima delle stesse spiagge, riferibili al Postglaciale superiore, e l'entità dell'emersione subìta, sembrano cioè confermare la supposizione del Daly di una recente depressione del livello marino, di circa 5 m., dovuta a un leggero raffreddamento del clima e a una conseguente maggiore estensione dei ghiacciai continentali. Questa depressione si sarebbe iniziata, secondo il Daly, circa 3500 anni fa. È facile poi intendere come l'emersione per un abbassamento dell'oceano, possa sommarsi in alcuni tratti con un effettivo sollevamento della terraferma, il quale, nella Patagonia, sembra essersi continuato durante il Postglaciale.

8. Conclusioni.

Le esplorazioni compiute nella regione del Lago Argentino hanno permesso di verificare la continuità del campo di ghiaccio che copre, per una ampiezza di alcune decine di chilometri, la zona più elevata della Cordigliera sino ai fiordi del versante occidentale. Con esse vengono anche meglio chiariti, oltre alla struttura orografica e geologica di quel tratto montuoso (fino allora quasi inesplorato), i caratteri dell'attuale glaciazione, che per la sua intensità ed estensione offre somiglianza con quella alpina durante le fasi glaciali. Pare inoltre accertato che lo spartiacque attuale fra il Lago Argentino (tributario dell'Atlantico) ed il versante pacifico, sia dovuto al sollevarsi in tutto questo tratto della massa montuosa, anzichè semplicemente alla presenza della calotta glaciale.

Le morene che in più cerchie irregolarmente concentriche circondano ad E i laghi andini, si possono riunire in due sistemi: l'uno esterno, alquanto degradato e profondamente inciso dall'erosione e adagiato spesso a notevole altezza in margine all'altipiano; l'altro interno, costituito da più cordoni ben conservati, o quasi intatti, e incastrati nell'altipiano. La maggiore altezza raggiunta dal sistema esterno si deve, oltre che alla maggiore estensione della corrispondente avanzata glaciale, al fatto che questa si è distesa sopra una regione assai meno profondamente incisa di ora. Allo stato attuale è incerto se il sistema morenico esterno sia il prodotto di una sola glaciazione, o risulti in alcuni casi dalla giustapposizione dei depositi di due espansioni distinte. Sta il fatto, comunque, che le glaciazioni veramente accertate nella Patagonia sono due, di cui la più antica fu anche la maggiore; benchè non manchino indizî (regione del Nahuel-Huapi) di

una terza e più antica espansione, o almeno di una separazione in due fasi della prima avanzata glaciale finora riconosciuta.

Il regresso dell'ultima glaciazione fu interrotto da due soste, o piccoli avanzamenti, dei ghiacciai, segnate ciascuna da un arco di morene stadiali.

I depositi glaciali e fluvioglaciali di ambedue le glaciazioni finora riconosciute sono in parte rivestiti e in parte alternano con espandimenti di lave specialmente basaltiche, la cui eruzione si è continuata fino al Postglaciale recente. Durante quest'ultimo, l'attività vulcanica si è spostata dalla regione subandina e dal versante orientale della Cordigliera sul versante opposto.

I terrazzi costieri si possono raggruppare in cinque ordini o sistemi, di cui il primo e più elevato (m. 165-185), per la notevole percentuale delle forme estinte di Molluschi e pel suo elevato livello, è probabilmente anteriore al Quaternario. Particolarmente notevoli sono i sistemi III (m. 35-60) e IV (m. 15-30), con fauna di Molluschi rispettivamente di clima temperato, o temperato-caldo e di fase interglaciale, e di clima temperato-freddo e di fase glaciale (ultima glaciazione), a cui succede il V sistema, con fauna di specie tutte viventi nel mare adiacente (Postglaciale recente). La notevole costanza di quest'ultimo livello di spiagge emerse (in media a 6-12 m. sul mare) lungo la costa atlantica dell'America meridionale, sembra indicare un recente abbassamento del livello marino.

I terrazzi littorali soprastanti provano invece che la zona costiera della Patagonia è stata soggetta, durante il Quaternario, a un generale sollevamento, il cui valore complessivo, nei dintorni di Puerto Deseado, è di circa 200 m., mentre sembra essere stato alquanto minore verso il sud e verso il nord. Il massimo sollevamento ebbe luogo prima della formazione dei terrazzi del III sistema, riferiti all'ultima fase interglaciale e alti 40-50 m. L'altipiano ha subìto contemporaneamente un sollevamento in massa, forse più intenso verso l'interno, e che costrinse i corsi d'acqua ad incassarvisi profondamente.

Nell'unito quadro stratigrafico sono riassunte le successive fasi ed oscillazioni glaciali finora riconosciute in Patagonia e le loro probabili corrispondenze coi depositi costieri della stessa regione e con la serie pampiana (1).

EGIDIO FERUGLIO

---

(1) Per maggiori ragguagli su quest'ultima, rimando al mio lavoro definitivo su *I terrazzi marini della Patagonia*, ora in corso di pubblicazione.

Prospetto riassuntivo del Quaternario della Patagonia e della Pampa.

	FASI GLACIALI	TERRAZZI COSTIERI	SERIE PAMPIANA
OLOCENE (*Alluvium*)	*Glaciazione attuale:* morene attuali di ritiro, ai lati e davanti alle fronti dei ghiacciai.	*VI Sistema:* spiagge moderne o quasi, appena consolidate ed emerse a 5-6 m. s. m.	*Platense:* depositi alluvionali e palustri in copertura al Querandino, o che lo sostituiscono a monte sul fondo dei solchi di terrazzamento.
	Morene stadiali a 2-6 km. dalle fronti attuali dei ghiacciai. Resti di *Glossotherium* nella caverna di Eberhardt (Seno de Ultima Esperanza).	*V Sistema:* terrazzi e cordoni littorali in una, o più serie parallele, costituiti da materiali sabbiosi e ghiaiosi sciolti, fra 6 e 19 m. s. m. (in generale fra 8 e 12 m.). Fauna di Molluschi di specie tutte viventi nel prossimo mare.	*Querandino:* depositi conchiliferi a 0-6 m. s. m., sul margine costiero e del Rio de la Plata e nei solchi di terrazzamento che incidono la Pampa in prossimità del mare. Fauna simile a quella del mare adiacente.
	Morene stadiali a 21-25 km. dai ghiacciai attuali (Lago Argentino): depositi lacustro-glaciali terrazzati, internamente alla cerchia più recente degli anfiteatri.	Terrazzo di Bahia Sanguinetti (m. 12-20), con un orizzonte marino a Molluschi attuali (salvo la varietà estinta *Pitar rostratum ortmanni*), ricoperto da un orizzonte con avanzi di Mammiferi estinti della fauna pampiana.	*Lujanense:* depositi lacustri con Molluschi d'acqua dolce di specie attuali e Mammiferi in parte estinti.
PLISTOCENE (*Diluvium*)	*Invasione glaciale:* anfiteatri morenici all'esterno dei laghi andini, incassati nell'altipiano, in tre cerchie principali. Terrazzi inferiori dell'altipiano, in genere a meno di 100 m. sui fondi attuali delle valli.	*IV Sistema:* terrazzi e cordoni littorali, parzialmente cementati, fra 15 e 40 m. s. m. (in generale 15-30 m.). Fauna di Molluschi attuali, distinta però dall'invasione di specie immigrate dai mari australi e dal Cile (fauna glaciale).	*Bonaerense:* depositi eolici (Loess) con fauna di Mammiferi di generi per circa metà estinti.
	(Sollevamento e incisione della Cordigliera e dell'altipiano).	*III Sistema:* terrazzi fra 35 e 60 m. s. m.: fauna di Molluschi di specie quasi tutte viventi, ma alcune di esse (a Camarones) oggi ritirate alquanto al nord (fauna di clima temperato, interglaciale).	*Belgranense:* depositi conchiliferi lungo il margine costiero, fino a 6 m. s. m. Fauna di Molluschi attuali, ma con alcune specie ora ritirate al nord.
	Invasione glaciale: morene esterne, adagiate in margine all'altipiano. Terrazzi dell'altipiano fra 100 e 300 m. sui fondivalle.	(Non si conoscono i corrispondenti depositi marini).	*Ensenadense superiore:* depositi eolici e in parte lacustri.
	(Sollevamento e incisione della Cordigliera e dell'altipiano).	*II Sistema:* terrazzi del Cabo Tres Puntas e del Cabo Blanco, a 115-140 m. s. m. Fauna poco conosciuta, ma con alcune specie estinte.	*Interensenadense:* intercalazione marina. Fauna sconosciuta.
PLIOCENE	Tracce imprecise di un'*invasione glaciale* al Nahuel-Huapi. Terrazzi superiori dell'altipiano, in almeno due serie, di cui quella più elevata (Pampa del Castillo) è probabilmente preglaciale.	*I Sistema:* terrazzi a 165-185 m. s. m. (Cerro Laziar). Fauna di Molluschi con numerose specie e varietà estinte; comparsa di parecchie forme attuali del mare vicino.	*Ensenadense inferiore:* depositi eolici. *Chapadmalense* ed *Hermosense:* depositi continentali con fauna di Mammiferi di generi estinti.

INDICE